

FLUID BEARING DEVICE

Patent number: JP2002122134

Publication date: 2002-04-26

Inventor: TANAKA KATSUHIKO; SAKATANI IKUNORI; OTSUBO TAKENOBU; OCHIAI SHIGEYUKI

Applicant: NSK LTD

Classification:

- International: F16C17/10; F16C33/10; F16C17/00; F16C33/04; (IPC1-7): F16C17/10; F16C33/10

- european:

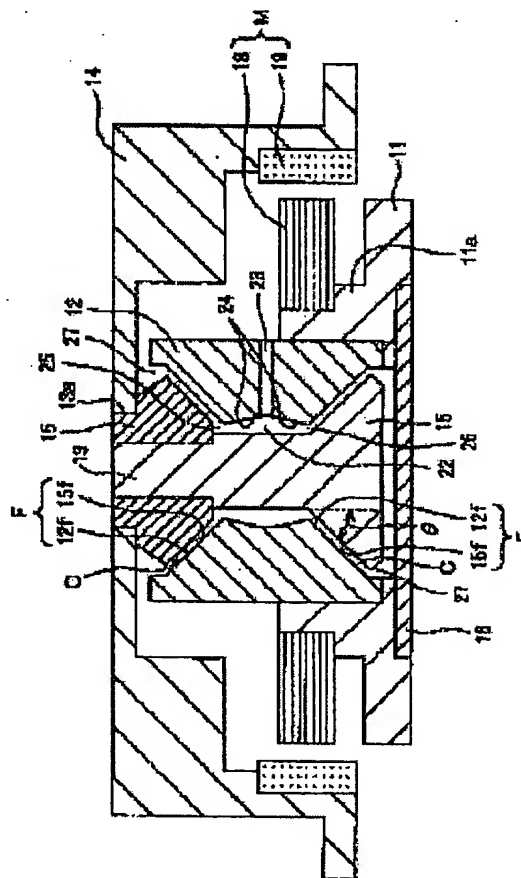
Application number: JP20000314122 20001013

Priority number(s): JP20000314122 20001013

Report a data error here

Abstract of JP2002122134

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a fluid bearing device having the excellent moment withstanding force important to realize the excellent portable performance and having high reliability with a low power consumption and capable of restricting the influence of bubbles left inside of a bearing to remarkably small. **SOLUTION:** This fluid bearing device is provided with a shaft 13 having flange parts 15 and 15 in both ends thereof or near there and a sleeve 12 facing to the shaft 13 through a fluid bearing clearance C. The flange parts 15 and 15 are formed into a nearly conical shape, and arranged in the shaft 13 so that a projecting direction of the conical surface 15f is directed to a central part of the shaft. A lubricating oil reservoir 22 for holding the lubricating agent is provided so as to be communicated with the fluid bearing clearance C, and this lubricating oil reservoir 22 is formed so that a clearance is gradually narrowed toward the fluid bearing clearance C. Furthermore, an air discharge hole 23 communicated with the atmospheric air is provided at a wide clearance part of the lubricating oil reservoir 22.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-122134

(P2002-122134A)

(43) 公開日 平成14年4月26日 (2002.4.26)

(51) Int.Cl.⁷

F 1 6 C 17/10

33/10

識別記号

F I

F 1 6 C 17/10

33/10

テ-マ-ド (参考)

B 3 J 0 1 1

Z

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2000-314122(P2000-314122)

(22) 出願日 平成12年10月13日 (2000. 10. 13)

(71) 出願人 000004204

日本精工株式会社

東京都品川区大崎1丁目6番3号

(72) 発明者 田中 克彦

神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号

日本精工株式会社内

(72) 発明者 坂谷 郁紀

神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号

日本精工株式会社内

(74) 代理人 100066980

弁理士 森 哲也 (外2名)

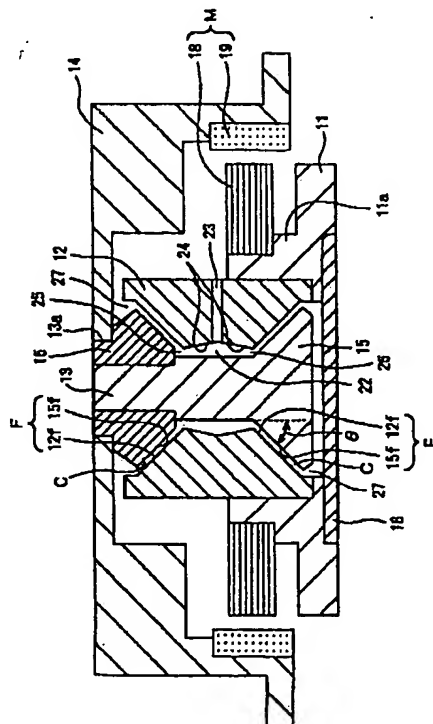
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 流体軸受装置

(57) 【要約】

【課題】 優れた可搬性能を実現する上で重要なモーメント耐力に優れ、しかも低消費電力で信頼性が高く、さらに軸受内部に残留する気泡の影響が極めて小さい流体軸受装置を提供する。

【解決手段】 両端部又はそれらの近傍にフランジ部15、15を有する軸13と、軸13に流体軸受すきまCを介して対向するスリーブ12と、を備える流体軸受装置において、フランジ部15、15を略円錐状の形状とし、その円錐面15fの凸方向を軸中央に向けて軸13に配設するとともに、潤滑剤を保持する潤滑剤溜まり22を流体軸受すきまCに連通して設け、潤滑剤溜まり22を流体軸受すきまCに向かって徐々にすきまが狭くなる形状とし、さらに、潤滑剤溜まり22のすきまが広い方の部分に、外気と連通する排気孔23を設けた。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 両端部又はそれらの近傍にフランジ部を有する軸と、該軸に流体軸受すきまを介して対向する相手部材と、を備える流体軸受装置において、前記フランジ部を略円錐状又は略半球状の形状とし、その円錐面又は球面の凸方向を軸中央に向けて前記軸に配設するとともに、

潤滑剤を保持する潤滑剤溜まりを前記流体軸受すきまに連通して設け、該潤滑剤溜まりを前記流体軸受すきまに向かって徐々にすきまが狭くなる形状とし、さらに、該潤滑剤溜まりのすきまが広い方の部分に、外気と連通する排気孔を設けたことを特徴とする流体軸受装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、情報機器、音響・映像機器、事務機等に使用される流体軸受装置に係り、特に、磁気ディスク装置（以降はHDDと記す）、光ディスク装置等に最適な流体軸受装置に関する。

【0002】

【従来の技術】上記のような用途に使用される従来の流体軸受装置としては、例えば、図6に示すようなスラスト流体軸受及びラジアル流体軸受を備えたHDD用スピンドルモータがある。このものは、ベース101に立設した円筒部101aの内側に底板100aを有する円筒体状のハウジング100が内挿されており、これらは一体的に固着されている。そして、ハウジング100の内周面には円筒体状のスリーブ102が内挿されていて、一体的に固着されている。

【0003】さらに、スリーブ102には、軸103が回転自在に挿通されている。軸103の上端には、逆力カップ状のハブ104が一体的に取り付けられており、軸103の下端には、円板状のフランジ部105が一体的に形成されている。このフランジ部105の両平面は、スラスト流体軸受Sのスラスト受面105s、105sとされている。そして、上面側のスラスト受面105sには相手部材であるスリーブ102の下端面がスラスト流体軸受すきまを介して対向し、スリーブ102の下端面がスラスト流体軸受Sのスラスト軸受面102sとされている。

【0004】また、下面側のスラスト受面105sには、相手部材であるハウジング100の底板100aの上面がスラスト流体軸受すきまを介して対向し、この底板100aの上面がスラスト流体軸受Sのスラスト軸受面100sとされている。そして、上記スラスト受面105s、105sとスラスト軸受面102s、100sとの少なくとも一方に、ヘリングボーン状又はスパイラル状の動圧発生用溝（図示せず）を備えて、スラスト流体軸受Sが構成されている。

【0005】さらに、軸103の外周面には、上下に間隔を置いて一対のラジアル受面103r、103rが形

成されている。また、スリーブ102の内周面には、ラジアル受面103r、103rにラジアル流体軸受すきまを介して対向してラジアル軸受面102r、102rが形成されている。そして、ラジアル受面103rとラジアル軸受面102rとの少なくとも一方に、ヘリングボーン状又はスパイラル状の動圧発生用溝107、107を備えて、ラジアル流体軸受R、Rが構成されている。

【0006】なお、スピンドルモータのトルクを小さくするために、上下2つのラジアル流体軸受R、Rに挟まれたスリーブ102の内周面（軸103の外周面でもよいし、あるいはスリーブ102の内周面と軸103の外周面との双方でもよい）に、周溝からなる逃げ溝110を設けている。そして、円筒部101aの外周面にはステータ108が固定され、ハブ104の内周面下側に固定されているロータ磁石109とギャップを介して周面对向して駆動モータMを形成しており、この駆動モータMにより軸103とハブ104とが一体的に回転駆動されるようになっている。

【0007】軸103が回転すると、スラスト流体軸受S及びラジアル流体軸受Rの各動圧発生用溝のポンピング作用により、各流体軸受S、Rの流体軸受すきまに充填された微量の潤滑剤に動圧が発生して、軸103はスリーブ102の内周面及び底板100aの上面と非接触となり支承される。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】近年、HDDは記録密度の向上が求められていて、情報を記録するためのトラック幅が狭くなっているため、回転精度の高い流体軸受の採用が検討されている。さらに、ノート型パソコンのような携帯機器に搭載されるHDDにおいては、薄型化が求められているとともに、低消費電力で可搬性能に優れ且つ高信頼性の流体軸受装置が求められている。

【0009】しかしながら、上記のような従来の流体軸受装置（スピンドルモータ）では、薄型化のため装置高さを低くすると、ラジアル流体軸受Rの軸受スパンが小さくなって、モーメント負荷に対する耐力（以降はモーメント耐力と記す）が弱くなってしまうという問題点があった。よって、運搬等により装置が揺動されると軸受部が接触し損傷するおそれがあった。すなわち、軸受を回転させながら持ち運ぶと、回転体には揺動時にジャイロモーメントが作用して、軸受に大きなモーメント負荷が作用するため、軸受面同士が接触し損傷するおそれがあった。

【0010】また、軸受スパンが小さいと、必要なモーメント耐力を確保しながら軸受トルクを小さくすることが難しいので、消費電力の観点から実用化への障害となっていた。さらに、従来のスピンドルモータにおいては、上記のように、実質的に合計4個の動圧流体軸受を備えているため（スラスト流体軸受S及びラジアル流体

軸受Rをそれぞれ2個ずつ備えている)、2個の玉軸受を備えるタイプのスピンドルモータと比べて軸受トルクが大きく、特に、周囲温度が低い場合には潤滑剤の粘度が高くなるため、軸受トルクの増大が避けられず、実用化への障害となっていた。

【0011】さらにまた、上記のスピンドルモータに潤滑剤を充填する場合には、通常はスピンドルモータを組み立てる途中に充填を行う。すなわち、ハウジング100の底板100aの上に適量の潤滑剤を予め注入しておき、そこに軸103を挿入する。そして、その後スリーブ102をハウジング100の内周面に圧入して、スピンドルモータを組み立てる。

【0012】したがって、流体軸受の潤滑は流体軸受すきま及びその近傍に保持された極微量の潤滑剤のみによって行われているので、長期間にわたる使用においては、潤滑剤の蒸発、飛散により流体軸受すきま内の潤滑剤が徐々に減少して枯渇しやすく、ついには焼き付くおそれがあり、流体軸受装置の信頼性が乏しいという問題があった。

【0013】さらに、潤滑剤を充填する際に、軸を加工する上で必要なセンター穴111や逃げ溝110に気泡が残留しやすいという傾向があった。そして、流体軸受すきまやその近傍の空間に気泡が残留すると、軸受の回転が不安定になりやすい(回転中の回転非同期成分の振れであるNRR0が大きくなる)という問題点があった。

【0014】そこで本発明は、上記のような従来の流体軸受装置が有する問題点を解決し、優れた可搬性能を実現する上で重要なモーメント耐力に優れ、しかも低消費電力で信頼性が高く、さらに軸受内部に残留する気泡の影響が極めて小さい流体軸受装置を提供することを課題とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明は次のような構成からなる。すなわち、本発明の流体軸受装置は、両端部又はそれらの近傍にフランジ部を有する軸と、該軸に流体軸受すきまを介して対向する相手部材と、を備える流体軸受装置において、前記フランジ部を略円錐状又は略半球状の形状とし、その円錐面又は球面の凸方向を軸中央に向けて前記軸に配設するとともに、潤滑剤を保持する潤滑剤溜まりを前記流体軸受すきまに連通して設け、該潤滑剤溜まりを前記流体軸受すきまに向かって徐々にすきまが狭くなる形状とし、さらに、該潤滑剤溜まりのすきまが広い方の部分に、外気と連通する排気孔を設けたことを特徴とする。

【0016】なお、両端部又はそれらの近傍にフランジ部を有する軸と、該軸に流体軸受すきまを介して対向する相手部材と、を備える流体軸受装置において、前記フランジ部を略円錐状又は略半球状の形状とし、その円錐面又は球面の凸方向を軸中央に向けて前記軸に配設する

とともに、潤滑剤を保持する潤滑剤溜まりと、該潤滑剤溜まりの一端に設けられ前記流体軸受すきまに連通する潤滑剤供給路と、を設け、前記潤滑剤溜まりを前記潤滑剤供給路に向かって徐々にすきまが狭くなる形状とし、さらに、該潤滑剤溜まりのすきまが広い方の部分に、外気と連通する排気孔を設けたことを特徴とする流体軸受装置でもよい。

【0017】前記フランジ部を略円錐状又は略半球状の部材とし、その円錐面又は球面を軸中央に向けて前記軸に配設したので、流体軸受を構成する軸受面(前記フランジ部と前記相手部材との対向面)は、軸方向に対して斜め方向に向けて配設されることとなる。このような流体軸受を備える流体軸受装置であれば、装置高さが制約される場合でも軸受スパンを大きく取ることができるので、該流体軸受装置はモーメント耐力に優れるとともに、流体軸受の数を従来に比べて大幅に低減できる(例えば、半減)。よって、このような流体軸受装置は、軸受トルクが小さく低消費電力である。

【0018】さらに、前記潤滑剤溜まりの形状を上記のようにテーパ状とすると、流体軸受装置の内部に注入された潤滑剤は表面張力によって前記潤滑剤溜まり内に保持されて、前記潤滑剤溜まりから前記流体軸受すきまに自動的に供給される。よって、流体軸受装置を長期間にわたって使用しても、前記流体軸受すきま内の潤滑剤が枯渇するおそれが小さく、したがって、該流体軸受装置の信頼性が高い。

【0019】また、該流体軸受装置の内部(流体軸受すきまやその近傍の空間)に気泡が残留したとしても、表面張力によって前記潤滑剤溜まりの狭い方に潤滑剤が集まり、前記気泡は前記潤滑剤溜まりの広い方に集まるから、前記気泡は前記排気孔から外気に排出される。よって、軸受の回転が不安定になりにくい。

【0020】

【発明の実施の形態】本発明に係る流体軸受装置の実施の形態を、図面を参照しながら詳細に説明する。

(第一実施形態)図1は、本発明に係る流体軸受装置の第一実施形態であるHDD用スピンドルモータの断面図である。

【0021】まず、このスピンドルモータの構造を説明する。このスピンドルモータは、ハブ14が固着された軸13と、該軸13が挿通されたスリーブ12とから構成されていて、軸13とスリーブ12とは流体軸受すきまCを介して対向している。すなわち、軸13とスリーブ12の間には流体軸受Fが介装されていて、この流体軸受Fは、ラジアル流体軸受及びスラスト流体軸受の両方の機能を兼ね備えている。なお、スリーブ12が本発明の構成要件たる相手部材に相当する。

【0022】スリーブ12が固着されているベース11の円筒部11aの外周面にはステータ18が固定されていて、ハブ14の内周面に固定されたロータ磁石19と

ギャップを介して周面对向して駆動モータMを形成している。そして、駆動モータMによりハブ14と軸13とを一体的に回転駆動させると、流体軸受Fにより軸13がスリーブ12に対して回転自在に支承されるようになっている。

【0023】次に、上記のような本実施形態のスピンデルモータの構造を、さらに詳細に説明する。ベース11の中央部に立設されている円筒部11aの内側に、円筒体状のスリーブ12が内挿されていて、両者は一体的に固着されている。そして、スリーブ12には軸13が回

10 転自在に挿通されている。
【0024】この軸13の両端部には、フランジ部15、15が設けられている。このフランジ部15、15は略円錐状の形状を有していて、その円錐面15fの凸方向を軸13の中央に向けて軸13に設けられている。すなわち、円錐の中心軸を軸13と同軸にして、円錐の頂点を軸13の中央に向けて設けられている。したがって、軸13は、中央部が小径な円柱状で、そこから上下両端に向かって徐々に径が大きくなるような形状となっている。

【0025】そして、下側のフランジ部15は軸13と一体的に形成されており、上側のフランジ部15は、ねじ止め、圧入、接着、溶接等の慣用の固着方法により、軸13に固着されている。ただし、両方のフランジ部15、15を固着により取り付けてもよい。このような形状の軸13の上端部13aは円柱状となっていて、この

30 上端部13aを浅い逆カップ状のハブ14の中央部に設けられた穴に圧入することにより、軸13とハブ14とが一体に固着されている。
【0026】軸13が挿通されたスリーブ12の内周面は、上記のような形状の軸13に対応した形状となっていて、軸13と流体軸受すきまCを介して対向するような形状となっている。すなわち、スリーブ12の内周面のうちフランジ部15と対向する部分（スリーブ12の上部及び下部）は、フランジ部15の円錐面15fと平行をなして対向する斜面12fとなっており、また、軸13の中央部（小径な円柱状部分）と対向する部分は、軸13とほぼ平行をなして対向している。ただし、軸13の中央部と対向する部分には潤滑剤溜まり22が設けられており、厳密には軸13と平行とはなっていない。

40 この部分の詳細な構造については後述する。
【0027】このようにスリーブ12は、その上部及び下部は内径が大きく、そこから中央部に向かって徐々に内径が小さくなり、中央部は軸13とほぼ平行をなすような形状（断面略台形）となっている。両フランジ部15、15の円錐面15fとこれに対向するスリーブ12の斜面12fとが流体軸受面とされ、円錐面15f及び斜面12fのうち少なくとも一方に、例えば、略くの字状のヘリングボーン状（スパイラル状等でもよい）の動

50 圧発生用溝（図示せず）を備えて流体軸受Fを構成して

いる。
【0028】このように流体軸受Fを構成する流体軸受面が、軸方向に対して斜め方向を向けて配設されているので、この流体軸受Fはラジアル流体軸受及びスラスト流体軸受の両方の機能を兼ね備えている。このような流体軸受を備えるスピンデルモータであれば、装置高さが制約される場合でも軸受スパンを大きく取ることができるので、該スピンデルモータはモーメント耐力に優れるとともに、流体軸受の数を従来に比べて大幅に低減できる（例えば、半減）。よって、このようなスピンデルモータは、軸受トルクが小さく低消費電力である。

【0029】なお、実用上要求されるラジアル負荷容量を確保するためには、円錐面15fの軸13に対する角度 θ は 50° 以下とすることが好ましく、より好ましくは 45° 以下、さらに好ましくは 40° 以下である。一方、円錐面15fの角度 θ が 25° 未満では、軸方向寸法が長くなりすぎること及び起動トルクが大きくなりすぎることから、円錐面15fの角度 θ は $25\sim40^\circ$ が好ましい。

20 【0030】また、流体軸受Fの動圧発生用溝を、内側に向けて圧力が働く非対称溝パターンとすることは、以下の理由により好ましい。すなわち、軸13の回転に伴って外側からその逆側へ向かって潤滑剤を押し込む圧力が働くので（ポンプイン）、軸13の回転に伴う遠心力により流体軸受Fの流体軸受すきまC内の潤滑剤が外部に飛散することが防止される。

【0031】このことをさらに詳細に説明すると、動圧発生用溝は、フランジ部15の円錐面15fの円周方向に沿って所定の間隔で並べられた複数の略くの字状の溝で構成されている。そして、動圧発生用溝を、潤滑剤を内側に押し込む圧力が働くような溝パターンとする。なお、本実施形態においては、内側及び内方とは、軸13を中心とする径方向内方を意味し、外側及び外方とは、同じく径方向外方を意味する。

【0032】なお、この動圧発生用溝を流体軸受面（円錐面15f及び斜面12fのうち少なくとも一方）に設ける加工方法は特に限定されるものではなく、塑性加工、切削加工、エッチング等があげられる。塑性加工であるコイニング加工は、プレス等を用いて金型をフランジ部15又はスリーブ12に押圧することにより前記動

40 圧発生用溝を刻印する方法であるので、エッチング加工と比較すると量産性に優れていて低コストである。
【0033】特に、スリーブ12に硬さの低い銅合金を用いた場合は、コイニング加工による塑性加工が容易であるので、量産性に優れるという利点がある。なお、フランジ部15は強度が必要なため、硬さが高い方が好ましい。ベース11の中央部にはカウンタープレート16が取り付けられていて、円筒部11aの開口部分を覆っている。カウンタープレート16は、ねじ止め、圧入、接着、溶接等の慣用の固着方法によって、ベース11に

取り付けられる。なお、このカウンタプレート16は、流体軸受すきまCへの異物混入を防止するために設けたものであるが、省略してもよい。

【0034】次に、前述の潤滑剤溜まり22について説明する。軸13の中央部（小径な円柱状部分）とスリーブ12の内周面のうち前記中央部に対向する部分の間には環状すきまが介在していて、該環状すきまが潤滑剤溜まり22を形成している。潤滑剤溜まり22の内面を形成するスリーブ12の内周面は、その中央から上下両端（流体軸受Fの流体軸受すきま）に向かってテーパ状をなすテーパ面24とされており、これにより潤滑剤溜まり22は、中央が最も広く、上下両端に向かってすきまが徐々に狭くなるテーパ状の形状となっている。

【0035】もっとも、テーパ面24は必ずしもスリーブ12の内周面側に形成するとは限らず、軸13の外周面側（前記小径な円柱状部分）に形成してもよく、あるいはスリーブ12の内周面側と軸13の外周面側との双方に形成してもよい。また、潤滑剤溜まり22の上下両端には、流体軸受Fの流体軸受すきまCに向かって開口している潤滑剤供給路25が設けられている。そして、流体軸受Fの流体軸受すきまCに近接して連通する潤滑剤供給路25の開口部は、流体軸受すきまCとほぼ等しいか、又は僅かに大きくなっていて、表面張力に基づく毛管現象により潤滑剤が潤滑剤供給路25から流体軸受すきまCに導入されやすいようになっている。

【0036】なお、本実施形態においては、潤滑剤溜まり22はスリーブ12の内周面の円周方向全体に設けた（すなわち、潤滑剤溜まり22が環状すきま状である）が、スリーブ12の内周面のうち一箇所又は複数箇所にスリット状に設けてもよい（つまり、その他の部分は、テーパ状のすきまとはなっておらず、スリーブ12の内周面と軸13の外周面とが平行をなしている）。

【0037】また、本実施形態においては、スリーブ12の内周面の上下方向全体をテーパ面24として、潤滑剤溜まり22のテーパ面24の一部を潤滑剤供給路25とし、流体軸受すきまCにテーパ面24を直接連通させている。しかし、スリーブ12の内周面のうち上下方向中央をテーパ面24とし、上下両端は軸13の外周面と平行な面として、この平行面により形成される環状のすきまが潤滑剤供給路25を構成するような構造としてもよい。

【0038】この潤滑剤溜まり22の上下方向中央（すきまが最も広い部分）には、外気と連通する排気孔23が開口している。排気孔23は、スリーブ12の内周面（潤滑剤溜まり22の上下方向中央）から水平に伸び、スリーブ12の外周面に開口している。なお、この排気孔23は、スリーブ12ではなく軸13に設けてもよい。すなわち、軸13の外周面（潤滑剤溜まり22の上下方向中央）から水平に伸び、途中で上方に屈曲して軸13の上端面に開口するように設けてもよい。

【0039】次に、当該スピンドルモータへの潤滑剤の注入方法について説明する。当該スピンドルモータへの潤滑剤の注入は、排気孔23からディスペンサ等を使用して行われる。すなわち、排気孔23にディスペンサの注入針等を差し込んで潤滑剤溜まり22に潤滑剤を注入すると、表面張力によって、潤滑剤は潤滑剤溜まり22のすきまの狭い方に、気泡はすきまの広い方に集まる。そして、潤滑剤は流体軸受すきまCに徐々に広がり満たされてゆくため、潤滑剤の注入の際に装置の内部（流体軸受すきまC内）に気泡が巻き込まれるおそれが小さい。

【0040】したがって、大気中で潤滑剤を注入しても、気泡の巻き込みを防止できる。もちろん、真空中で潤滑剤を注入してもよいし、注入後にスピンドルモータを真空槽内に入れ脱気してもよい。また、気泡の脱気をより確実にするために、必要により、あらかじめ真空脱気した潤滑剤を用いてもよい。なお、排気孔23の内周面に、撈油剤（潤滑剤をはじく性質を有するもの）を塗布する等の撈油処理を施しておく、撈油処理を施した部分に潤滑剤がはじかれて、スピンドルモータの運搬時等に潤滑剤が排気孔23から外部に流出することを、効果的に防止することができる。

【0041】注入された潤滑剤は、表面張力により流体軸受Fの各流体軸受すきまCを満たすとともに、余分な潤滑剤は潤滑剤供給路25を経て潤滑剤溜まり22に溜まって、表面張力に基づく毛管現象によりテーパ面24に保持される。したがって、潤滑剤の注入量が過剰であっても、余分な潤滑剤が潤滑剤溜まり22に貯蔵されるので問題ない。また、運搬時や取り扱い時にスピンドルモータが倒置されたとしても、潤滑剤溜まり22内の潤滑剤が外部に流出することはない。

【0042】また、潤滑剤溜まり22のすきまの大きさが、テーパ面24により上下の潤滑剤供給路25に向かって狭くなっているため、外部衝撃で飛散した潤滑剤も、外部に流出しない限りは潤滑剤溜まり22のすきまの狭い潤滑剤供給路25の方に自然に集められる。そして、潤滑剤溜まり22の上下方向中央（すきまの広い部分）に集まった気泡は、排気孔23を通して外部に排出される。

【0043】さらに、流体軸受F、Fの最も外側には、流体軸受Fの流体軸受すきまCから潤滑剤が流出、飛散することを、表面張力及び遠心力により防止するテーパシール27が設けられている。すなわち、略円錐状のフランジ部15、15は、軸13の中央部から端部へ向かって徐々に大径となる形状であるが、その最端部は徐々に小径となっていて、スリーブ12との間に形成されるすきまが、流体軸受すきまCに向かって徐々に狭くなるようなテーパ状となっている。

【0044】このようなテーパ状すきまが流体軸受すきまCに連通して設けられていることにより、流体軸受す

きまC内の潤滑剤が外部に流出、飛散しにくいようになっている。すなわち、スピンドルモータの静止時には表面張力によって、そしてスピンドルモータの回転時には遠心力によって、潤滑剤が流体軸受すきまCの方に集められる。

【0045】駆動モータMにより、被回転体である図示しない磁気ディスクを外周部に搭載するハブ14と軸13とを一体的に回転駆動させると、流体軸受F、Fの各動圧発生用溝のポンピング作用により、流体軸受すきまC、Cに充填されている潤滑剤に動圧が発生して、軸13はスリーブ12と非接触となり支承される。なお、前記磁気ディスクはクランプ部材でねじ止めされているので、十分な耐衝撃性を確保するに足る強度で固着されている。

【0046】回転に伴い遠心力が作用すると、潤滑剤溜まり22内の潤滑剤がテーパ面24を伝わって上昇及び下降し、すきまの狭い潤滑剤供給路25に到達して保持される。そして、潤滑剤供給路25から流体軸受すきまCへ、潤滑剤が毛管現象により確実に補給される。また、流体軸受すきまCに気泡が残留していても、潤滑剤溜まり22に開口する排気孔23を経由して、すみやかに外気に放出される。

【0047】運転が長期に及んで、流体軸受すきまCに保持されている潤滑剤が次第に蒸発したり飛散したりして不足してくると、潤滑剤溜まり22内に表面張力に基づく毛管現象で保持されている潤滑剤が、その不足分に応じてテーパ面24に案内されつつすきまの狭い方に吸引され、流体軸受すきまC内に潤滑剤が満たされるまで補給される。すなわち、流体軸受すきまC内の潤滑剤の減少に伴い、潤滑剤供給路25を経由してすきまの狭い流体軸受すきまCに毛管現象で吸引され、潤滑剤溜まり22のテーパ面24の表面張力が釣り合う位置で安定する。こうして、潤滑剤の減少分だけ自動的に潤滑剤が補給される。

【0048】このように本実施形態のスピンドルモータは、潤滑剤溜まり22の環状すきまがテーパ状であるから、潤滑剤は表面張力によりすきまの狭い方に吸引され、一方、組み立て時に巻き込んだ残留気泡は、すきまの広い方に分離され排出される。したがって、各流体軸受すきまCには気泡のない潤滑剤が自動的に確実に補給されて、潤滑剤溜まり22と連通し潤滑剤で常時満たされた状態となり、長期にわたって使用しても信頼性が高く耐久性に優れている。

【0049】したがって、潤滑剤の注入量に過不足があったとしても、潤滑剤が外部に飛散したり、長期間の使用において流体軸受すきまC内の潤滑剤が枯渇したりするおそれが小さい。なお、本実施形態のスピンドルモータのうち、スリーブ12、軸13、及びフランジ部15、15からなる部分(流体軸受部分)を、図2のように一体化されたユニット構造としてもよい。このような

流体軸受ユニットは、スピンドルモータに一度に組み込むことができるから、スピンドルモータの製造、組立が容易である。

【0050】また、流体軸受ユニットを軸受メーカーにおいて予め製造しておき(組立と潤滑剤の注入)、それをスピンドルモータメーカーにおいてスピンドルモータへ完成させることができるので、生産分担を行いやすいという利点がある。なお、図2の例では、フランジ部15、15の円錐面(流体軸受面)15f、15fはクラウニングされ、母線形状がわずかに凸状とされており、円錐面15fが凸球面となっている。流体軸受面をこのような形状とすれば、対向する流体軸受面同士が起動時に接触している面積を小さくできるので、流体軸受の起動トルクを小さくすることができる。なお、クラウニングは、スリーブ12の斜面12fに施してもよいし、円錐面15fと斜面12fとの双方に施してもよい。

【0051】(第二実施形態)図3は、本発明に係る流体軸受装置の第二実施形態であるHDD用スピンドルモータの断面図である。本実施形態のスピンドルモータの構造は、前述の第一実施形態とはほぼ同様であるので、異なる部分のみ説明し、同様の部分の説明は省略する。なお、図3においては、図1と同一又は相当する部分には、図1と同一の符号を付してある。

【0052】潤滑剤溜まり22は、軸13の下端面(下側のフランジ部15の下面)とカウンタープレート16の上面との間に介在するすきまにより形成されている。潤滑剤溜まり22の内面を形成するカウンタープレート16の上面は、その中心部から外縁部(下側の流体軸受Fの流体軸受すきまC)に向かってテーパ状をなすテーパ面24とされており、これにより潤滑剤溜まり22は、中心部が最も広く、外縁部に向かってすきまが徐々に狭くなるテーパ状の形状となっている。

【0053】もっとも、テーパ面24は必ずしもカウンタープレート16の上面に形成するとは限らず、軸13の下端面に形成してもよく、あるいはカウンタープレート16の上面と軸13の下端面との双方に形成してもよい。第一実施形態とは異なり、潤滑剤溜まり22が軸13の下方に設けられているから、スリーブ12の内周面の中央部(軸13の小径な円柱状部分と対向する部分)は、軸13に対して完全に平行をなしている。

【0054】また、潤滑剤溜まり22の外縁部には、下側の流体軸受Fの流体軸受すきまCに向かって開口している潤滑剤供給路25が設けられている。なお、本実施形態においては、下側のフランジ部15の最も大径な部分(下端部)の寸法測定を容易にするため、下側のフランジ部15の下端部は円柱状とした。この円柱状部分15aと円筒部11aの内周面とは平行をなして、この円柱状部分15aの外周面と円筒部11aの内周面との間に形成される環状すきまが、潤滑剤供給路25を構

成している。ただし、前記環状すきまを省略して、潤滑剤溜まり22が流体軸受すきまCに直接連通するようにしてもよい。

【0055】潤滑剤溜まり22の中心部(すきまが最も広い部分)には、外気と連通する排気孔23が開口している。排気孔23は、軸13の下端面から垂直に伸び、軸13の上端面に開口している。なお、この排気孔23は、軸13ではなくカウンタープレート16に設けてもよい。すなわち、カウンタープレート16の中心部に、カウンタープレート16を上下に貫通する排気孔23を設けてもよい。

【0056】次に、このスピンドルモータへの潤滑剤の注入方法について説明する。軸13を貫通する排気孔23から潤滑剤を注入すると、表面張力によって、潤滑剤は潤滑剤溜まり22のすきまの狭い方に、気泡はすきまの広い方に集まる。そして、潤滑剤は、下側の流体軸受すきまC、軸13の外周面(中央の小径な円柱状部分)とスリーブ12の内周面との間のすきま(逃げ部)、上側の流体軸受すきまCの順に充填されていく。

【0057】また、潤滑剤溜まり22の中心部(すきまの広い部分)に集まった気泡は、排気孔23を通して外部に排出される。このように、本実施形態のスピンドルモータは、潤滑剤の注入操作が容易で、且つ流体軸受すきまCや前記逃げ部のすきま内に気泡を巻き込まれにくい。

(第三実施形態)図4は、本発明に係る流体軸受装置の第三実施形態であるHDD用スピンドルモータの断面図である。本実施形態のスピンドルモータの構造は、前述の第一実施形態とはほぼ同様であるので、異なる部分のみ説明し、同様の部分の説明は省略する。なお、図4においては、図1と同一又は相当する部分には、図1と同一の符号を付してある。

【0058】本実施形態のスピンドルモータは、第一実施形態における軸13の中央部の小径な円柱状部分が省略され、上下のフランジ部15、15が直接連結された構造の軸13を有して、このことにより、装置高さをより低くした例である。なお、この軸13は、中空軸でもよいし中実軸でもよい。スリーブ12の内周面の上下方向中央部分には軸方向に平行な垂直面29が設けられていて、軸13の中央の最も小径な部分及びその周辺(上下のフランジ部15、15が連結する境目付近であり、以降は連結部分と記す)と対向している。そして、スリーブ12の垂直面29と軸13の前記連結部分との間に形成されるすきまが、潤滑剤溜まり22を構成している。

【0059】潤滑剤溜まり22の内面を形成する軸13の前記連結部分の外周面は、上下のフランジ部15、15が連結する境目から上下両端(流体軸受Fの流体軸受すきまC)に向かってテーパ状をなしているから、これにより潤滑剤溜まり22は、中央が最も広く、上下両端

に向かってすきまが徐々に狭くなるテーパ状の形状となっている。

【0060】スリーブ12の上下両端部には、中心に穴を有する円板状のカバー部材28が接着やレーザ溶接等により固着されている。そして、カバー部材28の一方の板面は、フランジ部15の端面(円錐の底面)とすきまを介して対向している。フランジ部15の端面はテーパ面となっていて、カバー部材28とフランジ部15の端面との間に形成される前記すきまは、外方(流体軸受Fの流体軸受すきまC)に向かって徐々にすきまが狭くなる形状となっている。そして、このような形状のすきまにより、テーパシール27が形成されている。

【0061】なお、テーパ面は、カバー部材28の板面に設けてもよいし、あるいは、フランジ部15の端面とカバー部材28の板面との双方に設けてもよい。このテーパシール27の作用、効果に関しては、第一実施形態と同様である。また、このテーパシール27を構成するテーパ状のすきまは潤滑剤溜まりとしての機能も有していて、保持できる潤滑剤の量が少ない潤滑剤溜まり22の機能を補助している。

【0062】(第四実施形態)図5は、本発明に係る流体軸受装置の第四実施形態であるHDD用スピンドルモータの断面図である。まず、本実施形態のスピンドルモータの構造を説明する。本実施形態のスピンドルモータは、第一〜第三実施形態のスピンドルモータとは異なり、軸13がベース11と一体となっていて、その固定軸13に流体軸受Fを介して支承されるスリーブ12がハブ14と共に回転する方式、すなわち軸固定/スリーブ回転タイプのスピンドルモータである。

【0063】ただし、第一実施形態と同様の部分については、その説明は省略し、異なる部分のみ説明する。また、図5においては、図1と同一又は相当する部分には、図1と同一の符号を付してある。ベース11の中央にカウンタープレート16が固着されていて、このカウンタープレート16の中央に軸13が立設されている。軸13の上下両端部には、フランジ部15、15が設けられている。上側のフランジ部15は、軸13と一体に形成されており、下側のフランジ部15は、カウンタープレート16と一体に形成されていて、カウンタープレート16とともに軸13に固着されている。

【0064】また、軸13は円筒体状のスリーブ12に回転自在に挿通されていて、このスリーブ12は図示しない磁気ディスクを外周部に搭載する逆カップ状のハブ14の中心部に、圧入等の慣用の固着手段により固着されている。軸13の中央部(小径な部分)とスリーブ12の内周面のうち上下方向中央部分との間には環状すきまが介在していて、該環状すきまが潤滑剤溜まり22を形成している。潤滑剤溜まり22の内面のうち一方を形成するスリーブ12の内周面は軸方向に平行な垂直面であるが、他方の軸13の外周面は、その中央から上下方

向(流体軸受Fの流体軸受すきまC)に向かってテーバ状をなすテーバ面24とされており、これにより潤滑剤溜まり22は、中央が最も広く、上下に向かってすきまが徐々に狭くなるテーバ状の形状となっている。

【0065】もっとも、テーバ面24は必ずしも軸13の外周面側に形成するとは限らず、スリーブ12の内周面側に形成してもよく、あるいはこれら双方に形成してもよい。また、潤滑剤溜まり22の上下両端には、流体軸受Fの流体軸受すきまCに向かって開口している潤滑剤供給路25、25が設けられている。本実施形態にお

いては、潤滑剤供給路25はテーバ状の形状とはなっておらず、平行なすきまから形成されている。すなわち、潤滑剤供給路25を形成する部分においては、スリーブ12の内周面と軸13の外周面とが平行をなしている。【0066】ただし、第一〜第三実施形態のように、テーバ状の潤滑剤供給路25を設けても(すなわち、潤滑剤溜まり22が流体軸受すきまCに直接連通している)何ら差し支えはなく、形状による効果の差異は特にな

い。この潤滑剤溜まり22の中央(すきまが最も広い部分)には、外気と連通する排気孔23が開口している。排気孔23は、軸13の外周面(潤滑剤溜まり22の中央)から水平に伸び、途中で下方に屈曲して軸13の下端面に開口している。なお、多孔質部材からなる通気自在のフィルタ30で排気孔23の開口部分を覆うと、外部から装置内部に異物が侵入することを防止することができる。フィルタ30は、排気孔23内に充填する形態で設けてもよい。【0067】さらに、下側の流体軸受Fについては、第一実施形態と同様のテーバシール27が設けられてい

る。そして、ハブ14の中心部には、中心に穴を有する円板状のカバー部材28が接着やレーザー溶接等により固着されている。そして、カバー部材28の板面(下面)は、上側のフランジ部15の上端面(円錐の底面)とすきまを介して対向している。カバー部材28の板面はテーバ面となっていて、カバー部材28とフランジ部15の端面との間に形成される前記すきまは、外方(流体軸受Fの流体軸受すきまC)に向かって徐々にすきまが狭くなる形状となっている。そして、このような形状のすきまにより、テーバシール27が形成されている。カバー部材28とこのカバー部材28から構成されるテーバシール27との作用、効果については、第三実施形態と同様である。【0068】なお、各実施形態は、本発明の一例を示したものであって、本発明はこれらの実施形態に限定されるものではない。例えば、軸13に設けるフランジ部15は、軸端に限らず軸端近傍であってもよい。また、スリーブ12の内径寸法に対して全長(高さ)が長い場合には、スリーブ12を軸13よりも線膨張係数が大きい素材で構成すると、高温時にスリーブ12が軸13よりも大きく変形(伸び)するので、高温時に流体軸受す

まCが狭くなるようにすることができる。そうすれば、高温時の潤滑剤の粘度低下に起因する流体軸受の負荷容量の低下を少なくすることができる。したがって、周囲温度が変化しても軸受トルクの変化が小さく、全体として低消費電力のスピンダルモータとすることができる。

【0069】さらに、流体軸受の構造、排気孔23、潤滑剤溜まり22、潤滑剤供給路25の構造、動圧発生用溝のパターン、スピンダルモータの細部の構造等に関しては、各実施形態に限定されるものではなく、本発明の目的を達成できるならば、必要に応じて適宜変更することが可能である。例えば、潤滑剤溜まり22を構成するテーバ面24は、潤滑剤溜まり22が流体軸受すきまCに向かって徐々にすきまが狭くなる形状となるならば、種々の曲面であってもよい。

【0070】さらにまた、軸13の外周面と流体軸受面である円錐面15fとの境界部分に、加工を容易にするための逃げ部として小さな周溝を設けてもよいし、上述の各実施形態のように省略してもよい。さらに、フランジ部15の形状は略円錐状に限らず、略半球状としてもよい。すなわち、流体軸受面は円錐面ではなく球面であってもよい。

【0071】さらに、動圧発生用溝はヘリングボーン状やスパイラル状に限らず、動圧流体軸受として機能すれば、どのような溝パターンでもよい。また、該溝の加工方法は、材質や必要精度に応じて、エッチング、電解エッチング、塑性加工、切削加工、レーザー加工、イオンビーム加工、ショットブラスト等を適用することができる。

【0072】さらに、軸13、スリーブ12等のスピンダルモータを構成する部材の材質は、特に限定されるものではなく、スピンダルモータを構成する部材に通常使用される金属(ステンレス鋼、銅合金、アルミ合金等)、焼結金属、焼結含油金属、プラスチック、セラミック等の材料であれば問題なく使用できる。すなわち、ステンレス鋼同士や銅合金同士の組み合わせでもよく、鉄と銅合金、鉄とアルミ合金といった異種金属の組み合わせでもよく、さらに、金属とプラスチック等の組み合わせでもよい。もちろん、メッキやDLC膜(ダイヤモンドライクカーボンコーティング)のような表面処理を必要に応じて流体軸受面に施して、起動停止時の摺動性を向上させてもよい。

【0073】なお、軸13及びスリーブ12を硬さの異なる銅合金同士、例えば軸13に硬さの高いベリリウム銅やアルミ青銅を、スリーブ12に鉛青銅やリン青銅を用いた組み合わせとすると、摺動性と切削加工性を満足させることができる。この場合、硬さの低い鉛青銅やリン青銅の流体軸受面に動圧発生用溝を設けた方が、相手部材を傷つけにくいので好ましい。

【0074】さらに、各実施形態においては、流体軸受装置としてスピンダルモータを例示して説明したが、本

15

発明は他の種々の流体軸受装置に対して適用することができる。

【0075】

【発明の効果】以上のように、本発明の流体軸受装置は、優れた可搬性能を実現する上で重要なモーメント耐力に優れ、しかも低消費電力で信頼性が高く、さらに軸受内部に残留する気泡の影響が極めて小さい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る流体軸受装置の第一実施形態であるスピンドルモータの断面図である。

【図2】図1のスピンドルモータに使用される流体軸受ユニットの断面図である。

【図3】本発明に係る流体軸受装置の第二実施形態であるスピンドルモータの断面図である。

【図4】本発明に係る流体軸受装置の第三実施形態であ

16

るスピンドルモータの断面図である。

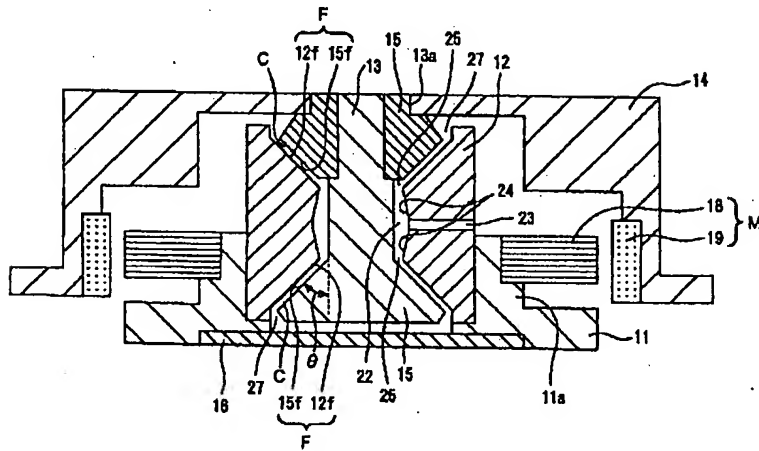
【図5】本発明に係る流体軸受装置の第四実施形態であるスピンドルモータの断面図である。

【図6】従来のスピンドルモータの断面図である。

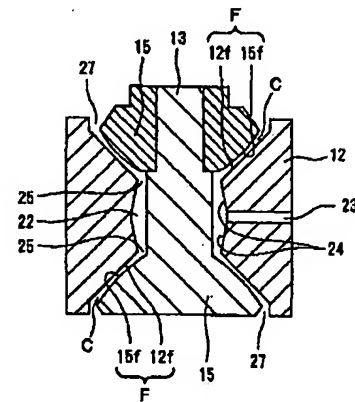
【符号の説明】

- 12 スリーブ
- 13 軸
- 15 フランジ部
- 15f 円錐面
- 22 潤滑剤溜まり
- 23 排気孔
- 25 潤滑剤供給路
- C 流体軸受すきま
- F 流体軸受

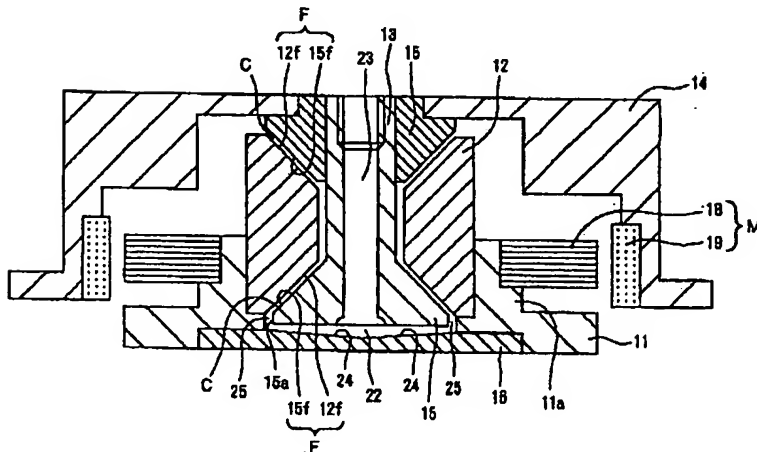
【図1】



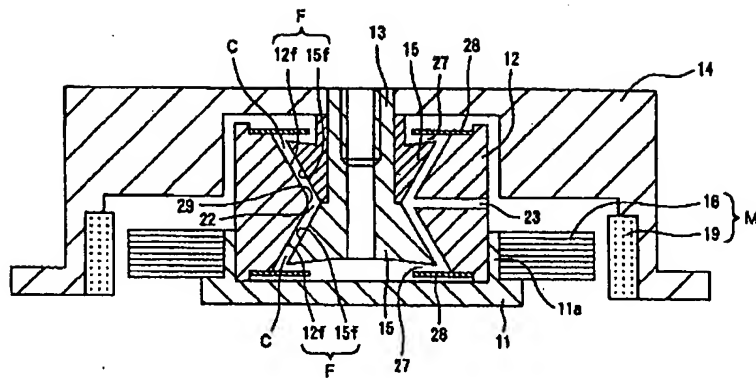
【図2】



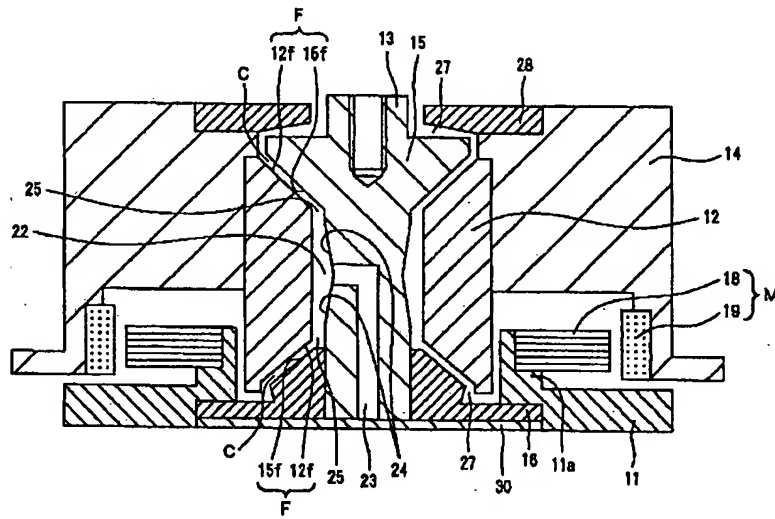
【図3】



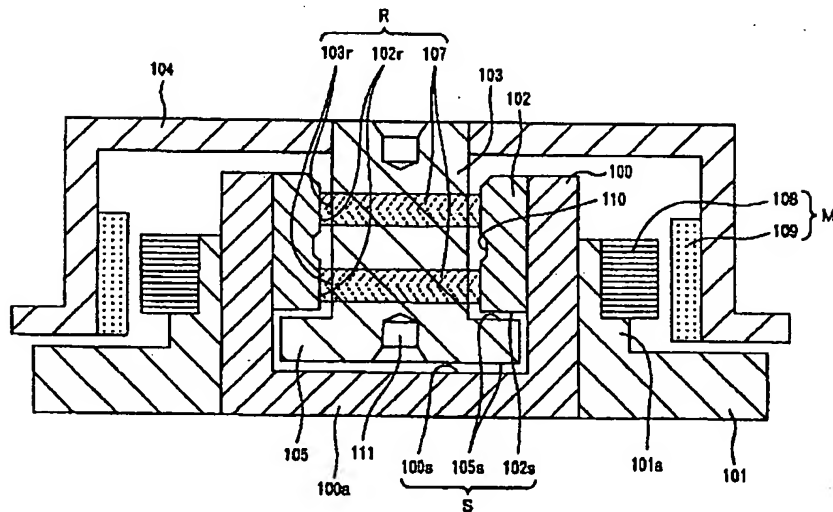
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 大坪 丈信
神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号
日本精工株式会社内

(72)発明者 落合 成行
神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号
日本精工株式会社内

Fターム(参考) 3J011 BA10 BA11 CA03 DA02 JA02
KA04 MA07 MA24 QA03 QA04
RA03 SB02 SB03 SB04 SB19
SB20 SC01 SD01 SE02